

ANALISA PENGARUH VARIASI KATALIS BaCO_3 , NaCO_3 dan CaCO_3 PADA PROSES KARBURASI BAJA KARBON SEDANG DENGAN PENDINGINAN TUNGGAL

Reny Afriany*, Asmadi, Siti Zahara Nuryanti*****

* Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas IBA

**Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas IBA

***Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas IBA

Email : reny.afriany@yahoo.com

ABSTRAK

Proses karburasi adalah proses perlakuan panas yang bertujuan untuk mendifusikan unsur karbon ke dalam logam khususnya pada bagian permukaan logam sehingga kekerasan permukaan logam meningkat. Pada penelitian ini logam yang digunakan adalah baja karbon sedang dengan paduan rendah AISI 4340 berbentuk silinder berdiameter 20 mm yang dikarburasi menggunakan arang batok kelapa dengan variasi campuran BaCO_3 , NaCO_3 dan CaCO_3 sebagai katalis sebanyak 30% pada temperatur 950°C selama 5 jam dan dilanjutkan dengan proses pendinginan cepat dengan oli SAE 20. Kemudian dilakukan pengujian kekerasan vickers sesuai ASTM E 384 dan foto struktur mikro. Hasil pengujian kekerasan rata-rata *raw material* adalah 615,8 HV. Sedangkan nilai kekerasan rata-rata spesimen karburasi dengan katalis BaCO_3 adalah 1018,7 HV, spesimen dengan katalis NaCO_3 adalah 972,9 HV dan dengan katalis CaCO_3 adalah 708,2 HV. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa nilai kekerasan tertinggi didapat dari penggunaan katalis BaCO_3 .

Kata Kunci: karburasi, pendinginan tunggal, baja AISI 4340

1. PENDAHULUAN

Setiap logam memiliki sifat fisik, mekanis dan sifat kimia yang berbeda, sifat-sifat ini akan berpengaruh dalam penggunaan logam dan menjadi dasar dari pemilihan material. Sifat-sifat yang dimiliki setiap logam menjadi berbeda disebabkan adanya perbedaan unsur-unsur penyusun serta paduan yang membentuk struktur mikronya.

Karbon adalah unsur yang sangat penting dalam pembentukan baja, jumlah dan bentuknya membawa pengaruh yang sangat besar pada sifat baja. Karburasi adalah proses penambahan unsur karbon (C) ke dalam baja khususnya pada bagian permukaan, sehingga kekerasan permukaan meningkat. Proses karburasi dipengaruhi oleh temperatur dan waktu atau lamanya perlakuan serta media karbon yang digunakan. Perubahan komposisi baja terjadi dengan jalan melarutkan karbon pada permukaan baja, cara ini dapat meningkatkan komposisi karbon pada baja berkisar antara 0,3% sampai 0,9%C. Karbon diabsorpsi ke dalam material membentuk larutan padat besi karbon dan pada lapisan luar memiliki kadar karbon yang tinggi. Apabila tersedia waktu yang cukup, maka atom karbon akan berdifusi ke bagian-bagian sebelah dalam.

Pada penelitian ini akan dilakukan karburasi baja dengan metode karburasi padat, yaitu pengarbonan dengan perantara zat padat dimana medianya adalah arang batok kelapa dengan variasi katalis yaitu barium karbonat, kalium karbonat, dan natrium karbonat. Baja yang digunakan adalah baja karbon sedang dengan paduan rendah AISI 4340. Baja paduan rendah adalah jenis baja paduan dengan kandungan unsur pemuat kurang dari 5 %. Material ini banyak digunakan pada komponen-komponen mesin, dimana dibutuhkan material yang kuat tetapi memiliki kekerasan pada permukaannya, oleh karena itu material ini sangat cocok ditingkatkan atau diatur sifat-sifatnya dengan perlakuan panas.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh variasi katalisator BaCO_3 , NaCO_3 dan CaCO_3 pada proses karburasi

terhadap nilai kekerasan.

2. Mengetahui perubahan struktur material setelah mengalami proses karburasi.

Pembatasan masalah yang dibahas penelitian ini yaitu:

1. Material yang digunakan adalah baja karbon sedang AISI 4340.
2. Media karburasi yang digunakan adalah arang batok kelapa.
3. Temperatur pemanasan adalah 950 °C.
4. Waktu pemanasan adalah selama 5 jam.
5. Pengujian yang dilakukan adalah uji kekerasan Vickers dan foto struktur mikro.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Karburasi

Proses karburasi (*carburizing*) adalah proses memanaskan material sampai diatas suhu kritis, yaitu 900 °C – 950 °C dalam lingkungan yang memberikan karbon pada material kemudian menahan temperaturnya dalam waktu tertentu kemudian mendinginkannya. Proses ini bertujuan memberikan karbon yang lebih banyak pada permukaan dibanding pada bagian inti material agar kekerasan permukaan meningkat.

Proses karburasi dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu temperatur, waktu atau lamanya perlakuan serta media karbon yang digunakan. Perubahan komposisi baja terjadi dengan jalan melarutkan karbon pada permukaan baja, cara ini dapat meningkatkan komposisi karbon pada baja berkisar antara 0,3% sampai 0,9%C (Suratman1994). Peningkatan karbon lebih dari 0,9% harus dihindari karena dapat menimbulkan pengelupasan bahkan keretakan. Pertambahan karbon ini berpengaruh pada kenaikan kekerasan material. Tetapi kenaikan nilai kekerasannya tidak berbanding lurus dengan nilai karbon yang telah terdifusi dalam material, disebabkan karena setelah selesai proses karburasi material tidak langsung diberikan pendinginan cepat sehingga atom-atom yang telah larut terdifusi ke dalam *austenite* membentuk *sementite* dan *ferrite* kembali, sehingga tidak cukup banyak terbentuk struktur *martensite*.

Proses karburasi dilakukan dengan 3 cara, yaitu:

1. Karburasi Padat (*Pack Carburizing*)

Karburasi padat adalah proses pengarbonan pada permukaan benda kerja dengan menggunakan karbon yang didapatkan dari bubuk arang. Pada karburasi padat dipakai arang yang dicampur dengan 10% - 40% katalis, baja dimasukkan ke dalam campuran ini ditempatkan dalam satu kotak dan ditutup rapat kemudian dipanaskan pada temperatur 850°C - 950°C (Surdia2000).

2. Karburasi Cairan (*Liquid Carburizing*)

Karburasi cairan adalah proses pengarbonan benda kerja dengan menggunakan cairan dimana karbon didapatkan dari penguraian natrium sianida (NaCN) yang akan diuraikan sebagai cairan pemanas. Benda kerja dipanaskan dahulu pada suhu 380°C – 600°C didalam dapur listrik kemudian dimasukkan dalam dapur asam yang sudah memiliki suhu 850°C – 960°C. Pada proses ini pencelupan benda kerja dalam dapur asam tidak terlalu lama sehingga ada beberapa keuntungan yang diperoleh :

- a. Waktu yang singkat.
- b. Benda kerja akan mempunyai suhu yang merata selama pemanasan.
- c. Benda kerja yang bersih.
- d. Dapat diproduksi dalam jumlah yang banyak.
- e. Lapisan yang merata.

3. Karburasi Gas (*Gas Carburizing*)

Karburasi dengan gas dimana unsur karbon didapatkan dari penguraian bahan bakar yang digunakan sebagai pemanas dalam dapur yaitu *Hidro Carbon* (CH). Proses ini dilakukan

dengan cara benda kerja dipanaskan didalam dapur gas sehingga bahan bakar akan terurai dan membentuk gas karbon monoksida (CO_2). Untuk mendapatkan tebal tipisnya pelapisan karbon pada proses ini adalah tergantung dari lamanya pemanasan dan proses dapat dipercepat dengan menggunakan pemanas induksi. Adapun keuntungan dari proses karburasi gas yaitu:

- a. Benda tetap bersih.
- b. Tidak terjadi uap yang mengandung racun selama proses berlangsung.

2.2. Katalis

Katalis (*Energizer*) adalah suatu zat yang mempercepat laju reaksi-reaksi kimia pada temperatur tertentu, tanpa mengalami perubahan atau terpakai oleh reaksi itu sendiri. Suatu katalis berperan dalam reaksi tapi bukan sebagai pereaksi ataupun produk. Katalis berfungsi mempercepat reaksi dengan cara menurunkan energi aktivasi, dan meningkatkan laju reaksi namun tidak mempengaruhi letak kesetimbangan sehingga reaksi berjalan lebih cepat karena menyediakan satu jalur pilihan dengan energi aktivasi yang lebih rendah.

Berdasarkan wujudnya, katalis dibedakan menjadi katalis homogen dan heterogen. Katalis homogen adalah katalis yang ada dalam fase sama yang dapat bercampur homogen dengan zat pereaksinya karena mempunyai wujud yang sama. Katalis heterogen adalah katalis yang tidak dapat bercampur homogen dengan pereaksinya karena wujudnya berbeda. Penggunaan katalis sangat berpengaruh pada proses karburasi. Pada suhu tinggi katalis berfungsi mempercepat pembentukan gas CO_2 .

Umumnya bahan kimia yang digunakan sebagai katalisator pada proses karburasi padat adalah karbonat. Bahan karbonat ditambahkan pada arang untuk mempercepat proses. Bahan tersebut adalah barium karbonat (BaCO_3) dan soda abu (NaCO_3) yang ditambahkan bersama-sama dalam 10 – 40 % dari berat arang (Lakhtin1975).

2.3. Transformasi Fase Pada Saat Pemanasan

Transformasi fase pada baja sangat bergantung pada jalannya reaksi dan waktu penahanannya. Umumnya transformasi akan membentuk satu fase baru yang mempunyai komposisi dan struktur yang berbeda dengan bahan induk. Pada baja karbon rendah jika dipanaskan dibawah temperatur kritis A_1 , maka belum ada perubahan pada struktur mikronya yaitu hanya ferit dan perlit saja.

Tetapi bila pemanasan dilanjutkan sampai temperatur kritis A_1 , maka perlit akan mengalami reaksi *eutektoid* dimana butir perlit menjadi seluruhnya austenit dan setelah perlit habis ferit sedikit demi sedikit akan bertransformasi menjadi austenit juga. Reaksi *eutektoid* ini berlangsung pada temperatur konstan dan temperatur baja tidak akan naik sampai sebelum reaksi *eutektoid* selesai dan mulai terjadi kenaikan temperatur, maka ferit-preeutektoid akan mulai mengalami transformasi *allotropik*, yaitu perubahan bentuk dari susunan-susunan sel atom ke bentuk susunan atom lain. Ferit yang mempunyai bentuk struktur kristal BCC akan berubah menjadi austenit yang FCC. Transformasi ini berlangsung bersamaan dengan naiknya temperatur. Semakin tinggi temperatur pemanasan, semakin banyak ferit yang bertransformasi menjadi austenit. Transformasi dari ferit ke austenit selesai ditunjukkan pada garis A_3 , jadi diatas garis A_3 struktur yang terjadi adalah austenit dengan bentuk kristal FCC.

2.4. Difusi

Laju difusi tergantung pada jenis atom yang berdifusi dan makin tinggi temperaturnya makin besar pula difusi yang berlangsung. Difusi karbon terjadi karena atom bergerak ke dalam secara penyisipan (interstisi) di batas butir.

Pada baja karbon rendah, karbon dari media karburasi akan masuk ke permukaan baja dan meningkatkan kadar karbon pada permukaan baja tersebut. Pada baja dengan kadar karbon

tinggi ($> 1\% \text{ C}$), jumlah kandungan karbon pada permukaan baja sudah cukup tinggi sehingga karbon akan sulit terdifusi. Difusi karbon umumnya dilakukan pada suhu $842 - 953^\circ\text{C}$. Pada proses karburasi, serbuk arang karbon yang ada pada saat pemanasan akan mengeluarkan gas CO_2 dan CO , sedangkan pada permukaan baja karbon rendah gas CO terurai membentuk atom karbon yang kemudian terdifusi masuk ke dalam baja. Dengan demikian kadar karbon pada permukaan baja akan meningkat sehingga meningkatkan kekerasan permukaan. Kedalaman difusi yang dihasilkan pada proses karburasi sangat dipengaruhi oleh waktu penahanannya yang juga tergantung pada media, temperatur difusi dan jenis paduan logam.

2.5. Transformasi Fase Pada Saat Pendinginan

Sifat mekanik dari baja setelah akhir dari proses perlakuan panas ditentukan oleh laju pendinginan karena struktur mikro yang terbentuk akan tergantung pada perbedaan laju pendinginannya. Transformasi austenit memegang peranan penting terhadap sifat dari baja karbon. Bila austenit didinginkan secara cepat, maka transformasi sementit (besi karbida) tidak terjadi dan transformasi austenit akan berubah menjadi fasa baru yaitu bainit dan martensit.



Gambar 2.1 Diagram CCT

Pada diagram CCT, kurva pendinginan (a) menunjukkan pendinginan secara kontinyu yang sangat cepat dari temperatur austenit sekitar 920°C ke 200°C . Laju pendinginan cepat ini menghasilkan dekomposisi fasa austenit menjadi martensit. Fasa Austenite akan mulai terdekomposisi menjadi martensit pada Temperatur M_s (*martensite start*). Sedangkan akhir pembentukan martensit akan berakhir ketika pendinginan mencapai temperatur M_f (*martensite finish*). Kurva pendinginan (b) menunjukkan pendinginan kontinyu dengan laju sedang/medium dari temperature 920°C ke 250°C . Dengan laju pendinginan kontinyu ini fasa austenit terdekomposisi menjadi struktur bainit. Sedangkan kurva pendinginan (c) menunjukkan pendinginan kontinyu dengan laju pendinginan yang lambat dari temperatur 920°C ke 250°C . Pendinginan lambat ini menyebabkan fasa austenit terdekomposisi menjadi fasa ferit dan perlit. Bainit terbentuk bila austenit didinginkan secara cepat hingga mencapai temperatur tertentu. Transformasi bainit ini disebabkan sebagian karena proses difusi dan sebagian lagi karena proses tanpa difusi. Martensit dapat terjadi bila austenit didinginkan cepat sekali hingga temperatur dibawah temperatur pembentukan bainit. Martensit terbentuk karena transformasi tanpa difusi. Keadaan ini menimbulkan distorsi dan kekerasan yang terjadi sangat tergantung pada kadar karbon.

2.6. Pendinginan Cepat (Quenching)

Setelah proses karburasi selesai dan lapisan baja mengandung cukup karbon maka dilanjutkan dengan proses pengerasan yaitu dengan melakukan pendinginan cepat untuk mencapai kekerasan yang tinggi.

Proses pengerasan dengan pendinginan cepat (*quenching*) dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu:

1. Pendinginan langsung (*Direct Quenching*), adalah pendinginan secara langsung dari media

karburasi. Pada pendinginan langsung diperoleh benda kerja yang getas, karena pendinginan mulai dari luar sewaktu pencelupan, penyusutan secara cepat dapat terbentuk pada lapisan sekitar teras yang tidak terjadi pendinginan dan penyusutan dalam waktu yang sama waktu panas merambat keluar, teras tersebut mulai dingin dan terjadi ekspansi, hal ini dapat mengakibatkan keretakan dan permukaan benda kerja yang getas.

2. Pendinginan tunggal (*Single quenching*), adalah proses pemanasan dan pendinginan kembali pada benda kerja setelah benda kerja tersebut selesai dikarburasi dan telah didinginkan pada suhu kamar. Tujuan dari metode ini adalah untuk memperbaiki difusitas dari atom-atom karbon, dan agar gradien komposisi lebih halus.
3. Pendinginan ganda (*Double quenching*), adalah proses pendinginan atau pengerasan pada benda kerja yang telah dikarburasi dan didinginkan pada temperatur kamar kemudian dipanaskan lagi diluar kotak karbon pada temperatur kamar lalu dipanaskan kembali pada temperatur austenit dan baru didinginkan cepat. Tujuan dari metode ini untuk mendapatkan butir struktur yang lebih halus.

Media pendingin yang umum digunakan untuk mendinginkan spesimen pada proses pengerasan baja antara lain minyak, air, larutan garam dan gas. Media pendingin tersebut digunakan sesuai dengan kemampuan untuk mendapatkan hasil yang diharapkan.

2.7. Pengujian Kekerasan Vickers

Pada pengujian Vickers digunakan indentor intan yang dasarnya berbentuk bujur sangkar (piramid) dengan sudut 136° yang ditekan pada spesimen dengan gaya tertentu, Bekas injakan pada spesimen akan lebih besar apabila benda uji tersebut semakin lunak dan bila beban penekanan bertambah berat. Perhitungan kekerasan Vickers didasarkan pada panjang diagonal segi empat bekas injakan dan beban yang digunakan. Angka kekerasan Vickers (VHN) didefinisikan sebagai beban dibagi luas permukaan lekukan. Pada prakteknya luas ini dihitung dari pengukuran menggunakan mikroskopik panjang diagonal jejak. Nilai kekerasan hasil pengujian ini disebut juga dengan kekerasan HV atau VHN (*Vickers Hardness Numbers*) yang didapat dari (Dieter1996):

$$HV = \frac{2000 P \sin(\alpha/2)}{d^2} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

- P = Beban tekanan yang diberikan (gr)
- d = panjang diagonal bekas injakan (μm)
- α = sudut puncak penetrator (136°)

Pengujian metode Vickers memiliki keuntungan antara lain :

1. Dengan benda penekan yang sama baik kekerasan bahan yang keras maupun yang lunak dapat diketahui hasilnya.
2. Penentuan angka kekerasan pada benda-benda yang kecil dan tipis dapat diukur dengan memilih gaya yang relatif kecil.
3. Bekas penekanan yang kecil (kira-kira 0,5 mm) hanya menyebabkan kerusakan yang kecil bahkan hampir tidak terlihat bekas injakan.

2.8. Pengujian Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro bertujuan untuk mengetahui fasa-fasa yang terbentuk pada material. Struktur suatu material biasanya dipengaruhi dari faktor seperti elemen paduan, konsentrasi, dan perlakuan panas. Struktur mikro material dapat dilihat menggunakan mikroskop logam dengan koefisien pembesaran dan metode kerja yang bervariasi.

Pada pengujian struktur mikro benda uji harus rata dan datar, kemudian diampelas bertahap serta dipoles untuk menghilangkan retak dan goresan. Selanjutnya melakukan peng-etsaan untuk mengkorosikan batas lapisan butir. Tahap terakhir adalah melakukan pemotretan

struktur mikro yang telah difokuskan dengan mikroskop.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Alat dan Bahan

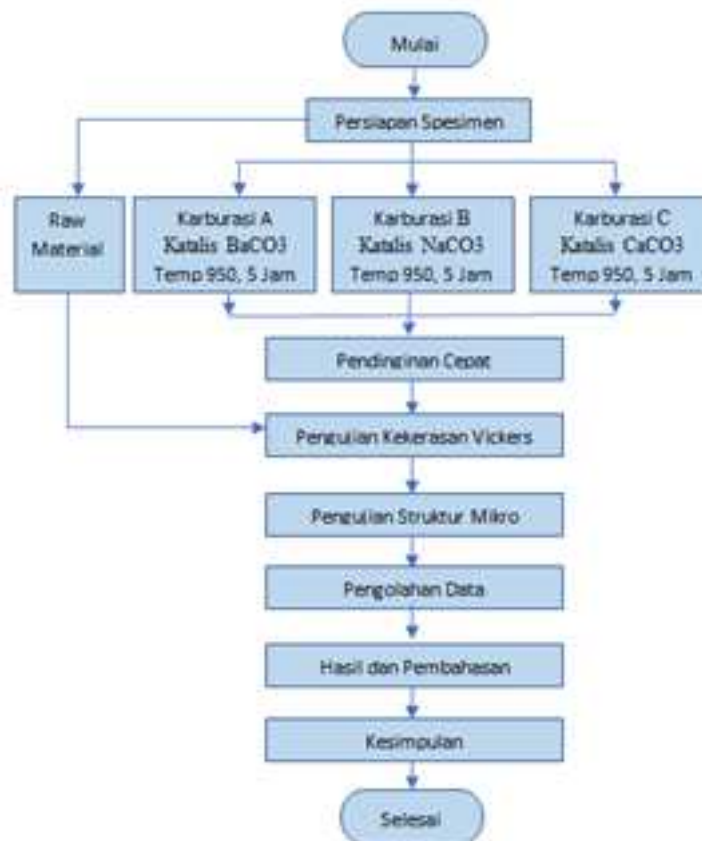
Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Mesin bubut 410 x 1000 mm Krisbow KW15-907.
2. Jangka sorong Mitutoyo 530-101.
3. Tang kombinasi Krisbow KW01-19.
4. Alat uji kekerasan mikro Vickers Mitutoyo HM-220.
5. Mikroskop Metalurgi Rax Vision MM10A.
6. Alat Mounting Top Tech ML32B-E3.
7. Mesin Polishing Top Tech P25RR-H.
8. Oven Gotech GT-L3/12.
9. Kamera digital RCM1301 CCD 1,3MP.
10. Stopwatch.
11. Amplas.
12. Kotak sementasi.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Batang baja AISI 4340 sebagai bahan uji.
2. Bubuk karbon aktif berupa arang bato kelapa yang sudah dihaluskan dan diayak.
3. Katalis BaCO_3 , NaCO_3 dan CaCO_3 .
4. Cairan etsa.
5. Minyak pelumas SAE 20 sebagai media pendingin.

3.2. Prosedur Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

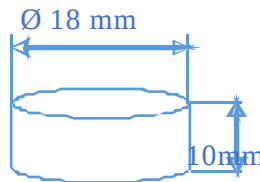
3.3. Persiapan Spesimen

Material yang digunakan adalah baja AISI 4340 yang berbentuk silinder pejal dengan diameter 18 mm dan tinggi 10 mm. Komposisi dan karakteristik baja AISI 4340 dapat dilihat pada Tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 3.1 Komposisi dan Karakteristik Baja AISI 4340

Komposisi (%)				Kekerasan (Brinell)	Kekuatan Impact (joule)	Kekuatan Tarik (kg/mm ²)
C	Cr	Ni	Mo			
0,30 - 0,38	1,30 - 1,70	1,30 - 1,70	0,15 - 0,30	270 - 330	45	90 - 100

Pembuatan spesimen dilakukan sesuai standar pengujian kekerasan Vickers yaitu ASTM E 384.



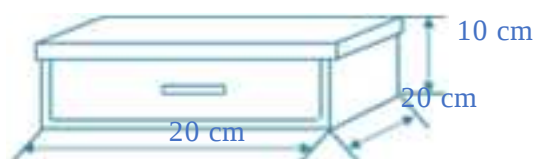
Gambar 3.2 Dimensi Spesimen

Spesimen dibuat sejumlah 12 spesimen yang dibagi menjadi 3 kelompok variasi katalis dalam proses karburasi, dan 1 buah spesimen yang tidak dilakukan perlakuan (*raw material*). Spesimen yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 3.3 dibawah ini.



Gambar 3.3 Spesimen Uji

Kotak sementasi berbentuk persegi, dibuat dari plat baja yang dipotong dan dilas. Ukuran kotak sementasi disesuaikan dengan kebutuhan spesimen yang akan dikarburasi. Kotak sementasi yang dibuat rapat dan tahan terhadap suhu yang tinggi sehingga tercegah dari kebocoran.



Gambar 3.4 Dimensi Kotak Sementasi

4. PENGOLAHAN DATA**4.1. Pengujian Kekerasan**

Pengambilan data hasil pengujian kekerasan Vickers pada spesimen dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pengujian kekerasan pada permukaan benda uji yang tidak dilakukan perlakuan panas atau *raw material*.
2. Pengujian kekerasan pada permukaan benda uji yang sudah melalui proses karburasi tanpa pendinginan cepat.
3. Pengujian kekerasan pada permukaan benda uji yang sudah melalui proses karburasi dengan satu kali pendinginan cepat (pendinginan tunggal).

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kekerasan Vickers Spesimen *Raw Material*

Spesimen	Beban (Kg)	Diagonal (μm)			Kekerasan (HV)	Kekerasan Rerata (HV)
		d_1	d_2	d_{rerata}		
<i>Raw Material</i>	0.5	38,84	38,13	38,485	626,1	615,8
		39,38	40,27	39,825	584,6	
		38,82	37,49	38,155	636,8	

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kekerasan Vickers Spesimen yang Dikarburasi tanpa Pendinginan

Spesimen	Karatis	Beban (Kg)	Diagonal (μm)			Kekerasan (HV)	Kekerasan Rerata
			d	d_2	d_{rerata}		
			38,77	44,58	41,675	533,9	
A1	Barium Karbonat (BaCO_3)		43,34	43,19	43,265	495,4	515,0
			41,87	42,93	42,4	515,8	
			44,34	43,83	44,085	476,9	
B1	Natrium Karbonat (NaCO_3)		46,36	45,88	46,12	435,9	452,9
			44,89	46,30	45,595	446,0	
		0.5	46,96	46,96	46,96	420,4	
C1	Kalsium Karbonat (CaCO_3)		49,00	49,40	49,2	383,1	415,5
			45,26	46,23	45,745	443,1	

Tabel 4.3. Hasil Pengujian Kekerasan Vickers Spesimen yang Dikarbonisasi dan Pendinginan Tunggal

Spesimen	Katalis	Beban (Kg)	Diagonal (μm)			Kekerasan (HV)	Kekerasan Rerata
			d_1	d_2	d_{rerata}		
			29,63	31,89	30,76	980,2	
A3	Barium Karbonat (BaCO_3)		31,06	35,04	33,05	849,0	1018,7
			28,01	26,98	27,495	1227	
			29,08	30,05	29,565	1061	
B3	Natrium Karbonat (NaCO_3)		32,65	33,51	33,08	847,6	972,9
		0.5	30,25	30,34	30,295	1010	
			36,13	35,81	35,97	716,5	
C3	Kalsium Karbonat (CaCO_3)		37,66	36,87	37,265	667,7	708,2
			35,29	35,48	35,385	740,5	

4.2. Foto Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro dilakukan untuk mengetahui perubahan struktur mikro material sebelum dan setelah dilakukan perlakuan panas. Pengamatan dilakukan dengan lensa pembesaran 500X.

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Kekerasan

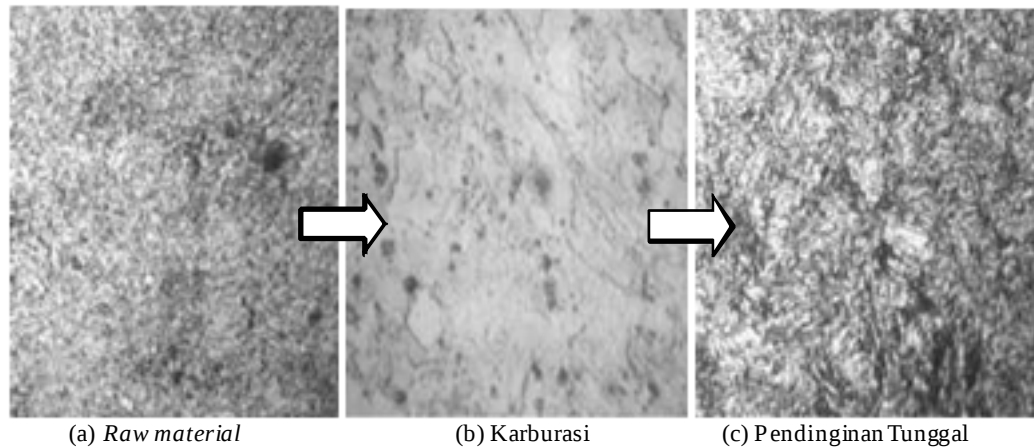
Dari hasil pengolahan data pengujian kekerasan Vickers diatas menunjukan adanya peningkatan nilai kekerasan pada spesimen. Nilai rerata kekerasan spesimen setelah melalui seluruh proses perlakuan dan persentase kenaikannya dapat dilihat pada tabel-tabel berikut ini

Tabel 5.1 Nilai Kekerasan Rerata Seluruh Perlakuan

Spesimen	Katalis	Kekerasan Rerata (HV)
Karbonisasi sebelum pendinginan cepat		
A	Barium Karbonat (BaCO_3)	515,0
B	Natrium Karbonat (NaCO_3)	452,9
C	Kalsium Karbonat (CaCO_3)	415,5
Karbonisasi + pendinginan tunggal minyak SAE 20		
A	Barium Karbonat (BaCO_3)	1018,7
B	Natrium Karbonat (NaCO_3)	972,9
C	Kalsium Karbonat (CaCO_3)	708,2
Tanpa Perlakuan Panas		
R		615,8

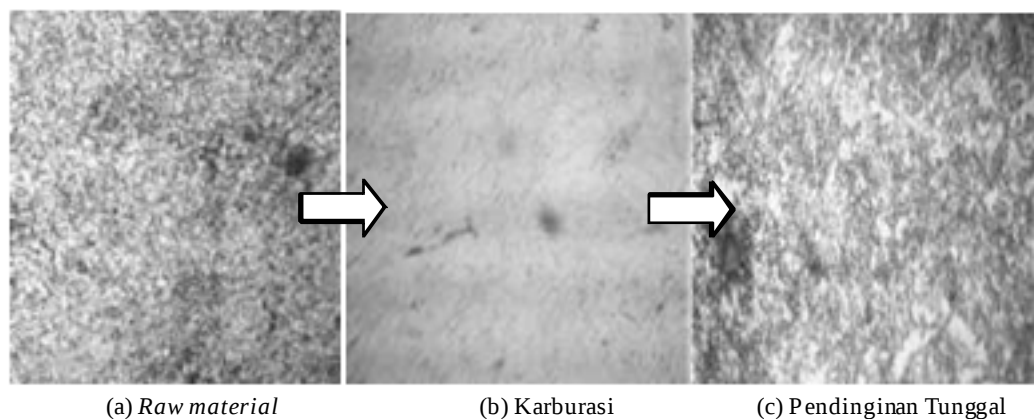
5.2. Struktur Mikro

Hasil dari pengujian struktur mikro yang dilakukan dapat dilihat pada gambar-gambar berikut ini.



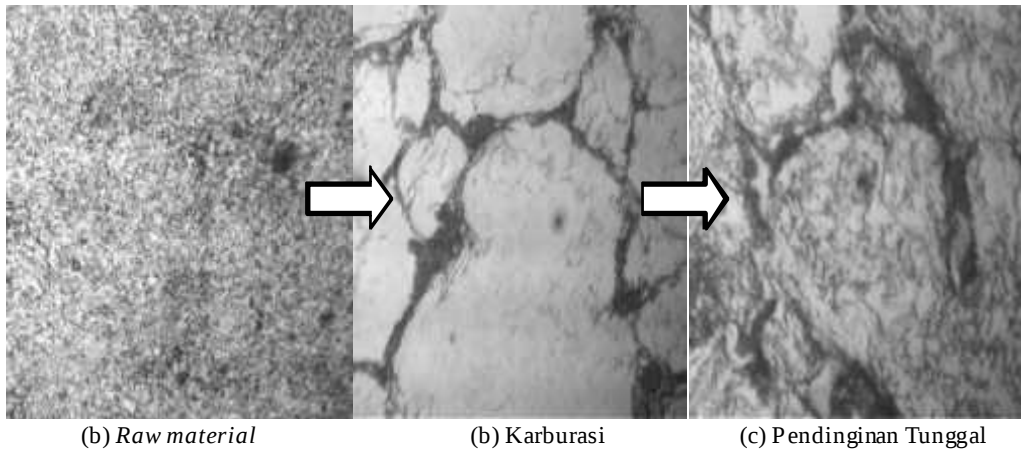
Gambar 5.1 Struktur Mikro *Raw Material* dan Karburasi dengan Katalis BaCO_3

Pada temperatur $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $950\text{ }^{\circ}\text{C}$ material yang sudah berada pada temperatur austenit yang pada proses pendinginan akan kembali menjadi ferit, struktur karbon tersebut larut kedalam austenit sedangkan ferit hanya mampu melarutkan karbon 0,025% karbon, maka terbentuklah struktur ferit diperlebar atau karbon dipaksa masuk atau larut kedalam ferit yang disebut martensit (Van Vlack, L.H., 1984). Pada foto struktur mikro untuk *raw material* (a), setelah dikarburasi dengan katalis BaCO_3 , karbon berdekomposisi dengan fasa ferit dan perlit (b), yang kemudian bertransformasi menjadi fasa martensit dengan fasa ferit yang berwarna putih tersebar tidak merata setelah dilakukan proses pendinginan tunggal dengan media minyak SAE 20 (c).



Gambar 5.2 Struktur Mikro *Raw Material* dan Karburasi dengan Katalis NaCO_3

Pada proses karburasi dengan penambahan katalis natrium karbonat, fasa martensit pada *raw material* (a) juga terurai menjadi fasa ferit dan perlit tetapi agregat ferit yang lebih dominan dari pada fasa perlitnya (b). Setelah dilakukan proses pendinginan tunggal fasa tersebut berdekomposisi menjadi fasa perlit dan ferit yang lebih teratur serta sementit yang halus.

Gambar 5.3 Struktur Mikro Raw Material dan Karburasi dengan Katalis CaCO_3

Pada proses karburasi dengan penambahan katalis kalsium karbonat fasa pada *raw material* (a) hampir sepenuhnya terurai menjadi fasa ferit dan sedikit fasa perlit yang terbentuk (b). Setelah dilakukan proses pendinginan tunggal fasa perlit bertambah banyak tetapi tidak melebihi dari fasa ferit yang ada (c). proses pendinginan yang cepat pada proses pendinginan tunggal menyebabkan laju reaksi yang cepat karena penundaan transformasi oleh pergerakan atom karbon, spesimen mencapai kekerasan maksimal dengan adanya struktur baru (martensit), selain itu juga akan terbentuk struktur ferit dan perlit dengan susunan struktur yang kasar, oleh karena itu memiliki nilai kekerasan yang paling rendah dibandingkan dengan material lain tetapi nilai kekerasannya tetap lebih tinggi dari *raw material*.

5.3. Pembahasan



Gambar 5.4 Grafik Kekerasan Rerata

Data hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya perbedaan tingkat kekerasan dan struktur mikro pada spesimen yang telah dikarburasi dengan variasi katalis. Penambahan katalis BaCO_3 pada proses karburasi menunjukkan nilai kekerasan yang paling tinggi, sedangkan spesimen yang dikarburasi dengan penambahan CaCO_3 memiliki nilai kekerasan yang lebih rendah dibandingkan dengan spesimen yang dikarburasi dengan penambahan katalis NaCO_3 . Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan jenis katalis pada proses karburasi berpengaruh terhadap nilai kekerasan yang didapat. Berdasarkan pengamatan struktur mikro

dapat diketahui struktur ferrite, pearlite dan martensite-nya. Pemanasan yang dipertahankan pada suhu tinggi untuk membuat butiran-butiran dan suatu struktur lapisan austenite, selanjutnya didinginkan secara perlahan-lahan untuk membentuk suatu struktur lapisan pearlite, mengindikasikan kelunakan dan memperbaiki sifat-sifat pengerjaan dingin (Amanto2003).

Pada spesimen raw material (R) mempunyai nilai kekerasan sebesar 615,8 HV. Spesimen ini mengalami kenaikan nilai kekerasan sebesar 65,3% terhadap spesimen A yang mempunyai nilai kekerasan 1018,7 HV. Spesimen B yang mempunyai nilai kekerasan 972,9 HV mengalami kenaikan sebesar 57,9% dari spesimen raw material (R). kelompok spesimen C yang mengalami kenaikan kekerasan sebesar 15% mempunyai nilai kekerasan sebesar 708,2 HV. Bila diperhatikan hasil kekerasan pada karburasi sebelum dan sesudah proses pendinginan tunggal memiliki urutan tingkat kekerasan yang sama terhadap jenis katalis yang diberikan. Kekerasan karburasi katalis BaCO₃ sebelum proses pendinginan tunggal juga menempati urutan tertinggi yaitu 515,0 HV, kemudian karburasi katalis NaCO₃ yaitu 452,9 HV, dan yang terakhir katalis CaCO₃ yaitu 415,5 HV. Nilai ini berbanding lurus terhadap nilai kekerasan hasil karburasi sesudah dilakukan proses pendinginan tunggal. Hasil ini membuktikan bahwa jenis katalis yang diberikan pada proses karburasi sangat berpengaruh pada nilai kekerasan yang akan didapat.

Kelompok spesimen A yang dikarburasi dengan penambahan katalis barium karbonat mempunyai nilai rata-rata kekerasan yang paling tinggi dibandingkan kelompok spesimen B, spesimen C dan spesimen raw material (R). Hal ini diakibatkan oleh banyaknya unsur karbon yang berdifusi kedalam lapisan luar logam seperti pada hasil foto mikro struktur pada Gambar 5.2b, yang menggambarkan proses difusi yang dilakukan dengan bantuan katalis BaCO₃ mendapatkan proses peresapan unsur lebih banyak ke dalam baja.

Perlakuan karburasi pada kelompok spesimen B yang diberi penambahan katalis natrium karbonat mempunyai nilai rata-rata kekerasan yang lebih rendah dibandingkan dengan spesimen A, tetapi mempunyai tingkat kekerasan yang lebih tinggi dari pada spesimen C dan spesimen raw material (R). Pada foto struktur mikro Gambar 5.3b dapat dilihat peresapan karbon lebih sedikit dibandingkan dengan katalis BaCO₃. Hal tersebut diakibatkan proses difusi karbon lebih lambat bila dibandingkan dengan spesimen A yang diberi penambahan katalis B. Untuk spesimen C yaitu perlakuan karburasi dengan penambahan kalsium karbonat mempunyai nilai kekerasan yang paling rendah bila dibandingkan dengan spesimen A dan B, tetapi tetap lebih tinggi dari pada spesimen raw material (R). Ini mengindikasikan bahwa penambahan katalis pada proses karburasi memberi sumbangan yang paling minimal dalam proses peresapan unsur karbon ke dalam baja.

Berdasarkan data-data yang diperoleh diatas dapat diketahui bahwa peningkatan nilai kekerasan yang terjadi pada spesimen disebabkan oleh beberapa faktor yang mempengaruhinya, diantaranya adalah penambahan katalisator. Katalis BaCO₃ memberikan peningkatan yang paling besar dalam mempercepat proses penyerapan karbon ke dalam baja bila dibandingkan dengan katalis lainnya, hal tersebut disebabkan katalis tersebut pada temperatur austenit cepat terurai sehingga proses difusi dan penyerapan karbon ke dalam lapisan luar baja terjadi lebih cepat.

Pada eksperimen ini material karburasi terdiri dari serbuk karbon aktif sebesar 70% yang berasal dari arang batok kelapa yang ditambah dengan katalis sebesar 30% yaitu barium karbonat, natrium karbonat, dan kalsium karbonat untuk mempercepat proses karburasi. Karburasi dengan penambahan katalis barium karbonat menghasilkan peningkatan kekerasan paling tinggi dibandingkan dengan katalis lainnya karena lebih mudah terurai. Hal ini memungkinkan reaksi karbon menjadi CO₂ akan berlangsung lebih cepat yang menyebabkan proses difusi karbon akan semakin cepat pula yang berdampak pada nilai kekerasan yang semakin tinggi. Pada penelitian ini tidak membahas tentang kadar karbon dalam baja setelah dilakukan proses karburasi tetapi bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi katalisator terhadap perbedaan nilai kekerasan dan struktur mikro pada proses karburasi padat terhadap

variasi katalisator tersebut. Oleh karena itu untuk lebih spesifiknya lagi perlu dilakukan penelitian lanjutan.

6. KESIMPULAN

Dari pembahasan terhadap hasil penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat perbedaan signifikan nilai kekerasan baja AISI 4340 setelah dilakukan proses karburasi dengan variasi katalis BaCO_3 , NaCO_3 dan CaCO_3 , yaitu dengan nilai berturut-turut 1018,7 HV, 972,9 HV dan 708,2 HV.
2. Persentase kenaikan nilai kekerasan spesimen setelah melalui proses karburasi dengan pendinginan tunggal, yaitu berturut-turut 65,3%, 57,9% dan 15%.
3. Penggunaan katalis BaCO_3 memberikan nilai kekerasan tertinggi dibanding katalis NaCO_3 dan CaCO_3 .
4. Terjadi perubahan struktur mikro pada material yang di karburasi. Pada spesimen yang dikarburasi dengan penambahan katalis BaCO_3 memiliki struktur martensit yang lebih padat dibandingkan dengan spesimen yang dikarburasi dengan penambahan katalis NaCO_3 dan CaCO_3 .

DAFTAR PUSTAKA

- _____, Carburizing: <http://www.horiba.com/fileadmin/uploads/Scientific/Documents/Emission/Carburizing.pdf>. (Diakses tanggal 30 November 2016).
- _____, Carburization: <http://www.calphad.com/carburization.html>. (Diakses tanggal 30 November 2016).
- _____, 4340 High Tensile Steel: <http://www.interlloy.com.au/our-products/high-tensile-steels/4340-high-tensile-steel/?output=pdf>. (Diakses tanggal 1 Desember 2016).
- _____, AISI 4340: http://www.efunda.com/materials/alloys/alloy_steels/show_alloy.cfm?ID=AISI_4340&prop=all&Page_Title=AISI%204340. (Diakses tanggal 1 Desember 2016).
- Amanto, Hari dan Daryanto. 2003. *Ilmu Bahan*. Penerbit Bumi Aksara. Jakarta.
- Amstead, B.H, Phillip F. Oswald dan Myron L. Begemen. 1995. *Teknologi Mekanik*. Jilid 2. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Beumer. 1980. *Pengetahuan Bahan*. Penerbit Bhatara Karya Aksara. Jakarta.
- Dieter, E. George. 1996. *Metallurgi Mekanik*. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Istiqbaliah, Hesti, et.al. 2016. *Pengaruh Variasi Media Karburasi terhadap Kekerasan dan Media Difusi Karbon pada Baja ST42*. Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri (SENIATI) 2016. <http://ejournal.itn.ac.id/index.php/seniati/article/download/28/28/>. (Diakses tanggal 20 Desember 2016).
- Leman, S. Arianto dan Nurjito. 2008. *Campuran Arang Tempurung Kelapa Bekas dan Arang Tempurung Kelapa Baru untuk Media Karburasi Baja Karbon Rendah*. Media Teknika. 8(1): 52-60.
- Putra Negara, Dewa Ngakan Ketut., *Pack Carburizing Baja Karbon Rendah*. Jurnal Energi dan Manufaktur. <http://ojs.unud.ac.id/index.php/jem/article/view/22784>. (Diakses tanggal 1 Desember 2016).